

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanaman Nilam**

Minyak nilam berasal dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*) merupakan salah satu komoditi non migas yang belum dikenal secara meluas di Indonesia, tetapi cukup populer di pasaran internasional. Tanaman ini memiliki aroma khas dan kadar minyak daun keringnya tinggi, yaitu antara 2,5-5%. Nilam Jawa dan nilam sabun (*P.hortensis*) memiliki kandungan minyak rendah, masing-masing antara 0,5%-1,5%.

Berdasarkan sifat tumbuhnya, tanaman nilam adalah tanaman tahunan. Tanaman ini merupakan semak yang tumbuh tegak, memiliki banyak percabangan bertingkat-tingkat dan mempunyai aroma yang khas (Gambar 2.1).



**Gambar 2.1** *Pogostemon Cablin Benth*

Secara alami, tanaman nilam dapat mencapai ketinggian antara 0,5 m-1,0 m. Daun tanaman berbentuk bulat telur sampai bulat panjang (lonjong). Secara visual, daun nilam mempunyai ukuran panjang antara 5 cm-11 cm, berwarna hijau, tipis, tidak kaku, dan berbulu pada permukaan bagian atas (Rukmana, 2003). Nilam dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah (andosol, latosol, regosol, podsolik, dan grumusol) dengan tekstur lempung, liat berpasir dengan drainase yang baik dan pH tanah 5-7. Tanaman nilam membutuhkan curah hujan atau ketersediaan air yang cukup agar dapat tumbuh dengan baik. Penyebaran tanaman nilam di Indonesia terdapat di beberapa daerah, yaitu

NAD (Nanggroe Aceh Darussalam), Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Bengkulu, Jawa Tengah, dan Jawa Barat (Halimah, 2011). Minyak atsiri merupakan komoditi ekspor Indonesia yang dapat menghasilkan devisa bagi negara setiap tahunnya. Minyak atsiri merupakan komoditi ekspor yang sangat potensial karena jumlah permintaan masih jauh lebih tinggi daripada kapasitas ekspor. Berdasarkan hasil laporan dari *Marlet Study Essential Oils and Oleoresins (ITC)*, bahwa produksi minyak atsiri dunia mencapai 500-550 ton per tahun. Indonesia adalah salah satu negara pengekspor minyak atsiri terbesar sekitar 450 ton per tahun dibandingkan dengan Cina yang hanya sekitar 50-80 ton per tahun. Produk atsiri dunia yang didominasi Indonesia meliputi nilam, serai wangi, minyak daun cengkeh, mawar, dan kamboja.

## 2.2 Minyak Tanaman Nilam

Minyak tanaman nilam tergolong dalam minyak atsiri atau minyak eteris dimana istilah tersebut digunakan untuk minyak yang mudah menguap dengan komposisi dan titik didih yang berbeda – beda (Guenther, 1987). Minyak nilam terdiri dari campuran senyawa terpen yang bercampur dengan alkohol, aldehid dan ester-ester yang memberikan aroma khas dan spesifik. Senyawa-senyawa tersebut antara lain sinamaldehyd, benzaldehyd, patchoulin, patchouli alkohol dan eugenol benzoat. Patchouli alkohol merupakan komponen utama utama minyak nilam. Senyawa terpen dalam minyak nilam akan mudah mengalami proses polimerisasi, oksidasi ataupun hidrolisa karena pengaruh cahaya dan air (Irawan, 2010).

Minyak nilam Indonesia sudah dikenal sejak 66 tahun yang lalu, bahkan saat ini Indonesia merupakan pemasok utama minyak nilam dunia. Dipasaran minyak atsiri dunia, mutu minyak nilam Indonesia dikenal paling baik dan menguasai pangsa pasar 90%. Minyak nilam merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang mempunyai fungsi dan kegunaan adalah bahan baku, bahan pencampur dan fiksatif (pengikat wangi – wangi) dalam industri parfum, farmasi dan kosmetik (Ketaren, 1985). Senyawa patchoulol yang merupakan komponen yang paling banyak ditemukan dalam minyak nilam bersama dengan  $\alpha$ -patchoulene diketahui potensial sebagai aktivitas antifungal. Senyawa,  $\alpha$ -bulnesene diketahui mempunyai aktivitas anti inflamasi terhadap PAF

(Platelet Activating Factor) sebuah phospholipid mediator yang dihasilkan berbagai sel pada saat terkena penyakit alergi, asma, inflamasi, dan lain-lain (Halimah, 2011).

### 2.3 Areal dan Produksi Minyak Nilam

#### a) Areal dan Luas Areal

Tanaman nilam di Indonesia tersebar di beberapa Provinsi, dan pada umumnya pengusahaan nilam dilaksanakan oleh petani kecil dengan luasan lahan rata-rata 0,2-0,3 Ha/KK. Besaran luas areal sangat dipengaruhi oleh harga minyak nilam, dimana situasi harga minyak nilam naik maka animo petani untuk menanam nilam bertambah. Saat ini luas areal pertanaman nilam di Indonesia mengalami fluktuasi naik turun selama 5 tahun terakhir yang tersebar di 19 provinsi, seperti tertera pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 2.1** Luas dan sebaran areal Tanaman Nilam di Indonesia tahun 2014 – 2018

NO	PROVINSI	2014		2015		2016		2017**		2018**	
		LUAS (Ha)	PRODUKSI (Ton)	LUAS (Ha)	PRODUKSI (Ton)	LUAS (Ha)	PRODUKSI (Ton)	LUAS (Ha)	PRODUKSI (Ton)	LUAS (Ha)	PRODUKSI (Ton)
1	Aceh	2.810	544	2.501	645	2.179	466	2.041	468	2.113	264
2	Sumatera Utara	852	161	835	142	727	494	744	187	748	190
3	Sumatera Barat	2.765	209	2.765	196	2.626	160	2.968	284	2.950	283
4	Jambi	1.699	189	1.582	228	1.665	248	1.702	295	1.734	295
5	Sumatera Selatan	511	1	511	11	511	-	511	-	508	-
6	Lampung	115	2	127	18	102	10	65	9	63	8
7	Jawa Barat	1.042	198	937	219	806	202	402	95	570	165
8	Banten					2	-	3		2	-
9	Jawa Tengah	2.150	173	1.751	157	1.586	164	950	62	867	60
10	D.I. Yogyakarta	68	4	62	9	64	9	67	7	71	7
11	Jawa Timur	4.968	151	4.978	110	5.000	111	1.417	150	1.970	105
12	Bali	20	3	26	2	12	-		-	10	-
13	Nusa Tenggara Timur	29	3	25	2	9	1	-	-	-	-
14	Kalimantan Timur	53	3	16	1	14	2	60	8	61	5
	Kalimantan Selatan							-			
15	Sulawesi Tengah	336	58	295	54	1.126	17	1.362	40	1.582	218
16	Sulawesi Selatan	2.499	259	1.419	67	2.317	245	2.227	64	1.415	65
17	Sulawesi Barat	592	101	535	88	582	19	579	40	501	34
18	Sulawesi Tenggara	-	-	-	-	-	-	5.174	463	5.178	467
19	Gorontalo	205	24	252	39	285	43	247	34	193	29
TOTAL		20.714	2.083	18.827	1.988	19.613	2.191	20.509	2.206	20.536	2.195

(Sumber : Buku statistik Nilam Ditjen Perkebunan Tahun 2018)

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa perkembangan nilam tersebar hampir diseluruh provinsi di Indonesia. Pada awalnya dari Aceh dan diikuti wilayah lainnya di Pulau Sumatera seperti Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung dan Riau. Kemudian menyebar ke wilayah Jawa

seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, DI.Yogyakarta, Jawa Timur dan Banten, wilayah Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara timur, wilayah sulawesi seperti Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, Gorontalo, Maluku dan Papua.

b) Areal dan Produksi Minyak Nilam

Pada umumnya perkembangan pertanaman nilam di Indonesia selama 10 tahun terakhir (2008 – 2018) mengalami fluktuatif.

**Tabel 2.1** Luas Areal Produksi Nilam Secara Nasional tahun 2008-2018

Tahun/ Year	Luas Areal / Area (Ha)				Produksi / Production (Ton)			
	PR / Smallholder	PBN / Government	PBS / Private	Jumlah/ Total	PR / Smallholder	PBN / Government	PBS / Private	Jumlah/ Total
2008	22.132	-	-	22.132	2.062	-	-	2.062
2009	24.535	-	-	24.535	2.779	-	-	2.779
2010	24.472	-	-	24.472	2.206	-	-	2.206
2011	28.615	-	-	28.615	2.866	-	-	2.866
2012	31.155	-	-	31.155	2.648	-	-	2.648
2013	28.226	-	-	28.226	2.082	-	-	2.082
2014	20.714	-	-	20.714	2.103	-	-	2.103
2015	18.626	-	-	18.626	1.986	-	-	1.986
2016	19.612	-	-	19.612	2.192	-	-	2.192
2017	20.508	-	-	20.508	2.207	-	-	2.207
2018*)	20.536	-	-	20.536	2.196	-	-	2.196

Keterangan / Note :

1. Angka Sementara / Preliminary \*)
2. Angka Estimasi / Estimation \*\*)
3. Wujud Produksi / Production : Minyak Nilam / Patchouli Oil

(Sumber : Buku statistik Nilam Ditjen Perkebunan Tahun 2018)

Dilihat dari table diatas, secara nasional luas areal dan produksi minyak nilam Indonesia selama 10 Tahun terakhir mengalami fluktuatif, hal tersebut

dikarenakan tanaman nilam merupakan tanaman semusim sehingga mengalami alih komoditi dengan komoditi lain yang lebih menguntungkan. Selain itu harga minyak nilam juga mempengaruhi animo petani untuk menanam nilam.

## **2.4 Manfaat Minyak Nilam**

Di Indonesia, kebanyakan orang hanya mengetahui bahwa tanaman nilam dapat menghasilkan minyak atsiri yang biasa digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan parfum, sabun, dan kosmetik. Padahal, masih banyak kegunaan lain dari minyak nilam ini. Mungkin sebagian orang ada yang mengetahui kalau minyak nilam biasanya digunakan untuk mengikat aroma parfum. Jadi, minyak nilam digunakan untuk membuat sebuah parfum wanginya lebih tahan lama. Tapi, masih ada beberapa manfaat lainnya seperti berikut ini :

- Dapat digunakan untuk obat penyakit radang kulit atau dermatitis
- Aroma khas yang dimiliki minyak nilam dapat menenangkan pikiran ketika kita menciumnya. Tetapi, untuk mendapatkan aroma yang lebih wangi lagi, anda bisa mencampurkannya dengan minyak cendana, mawar, melati, mur, atau minyak jeruk.
- Dapat digunakan untuk mengatasi sakit kulit dan luka.
- Bisa juga digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi pada luka.
- Minyak nilam juga bisa digunakan untuk mengusir serangga yang ada di dalam rumah. Kamu tinggal menyemprotkannya saja ke sekeliling ruangan, maka serangga akan pergi karena tidak suka dengan bau minyak ini.

Indonesia merupakan negara pemasok minyak nilam terbesar di dunia, mencapai 70%. Memulai bisnis minyak atsiri ini sebenarnya sangat menggiurkan, selain permintaan pasar dalam negeri yang tinggi karena digunakan untuk industri seperti kosmetik, sabun, dan parfum, permintaan dari negara lain juga tidak kalah banyaknya. Selain permintaan pasar yang cukup banyak, minyak nilam ini memiliki harga yang lumayan mahal. Satu kilogram minyak ini, di tingkat petani saja harganya bisa mencapai 400 ribu rupiah. Dengan tingginya permintaan dan juga harga, tentu membuat anda berpikir untuk memulai usaha budidaya tanaman nilam. Namun,

budidaya nilam ini masih terganjal dengan susahny mencari tanaman yang memiliki varietas unggul. Varietas yang sudah teruji seperti Tapak Tuan, Sidikalang, dan Balittro masih sulit didapatkan.

Hingga saat ini banyak petani nilam yang masih membudidayakan nilam dengan seadanya. Hasil yang didapat tentu saja juga seadanya. Sebelum mendapatkan minyak nilam, terlebih dahulu kita harus menanam tanaman nilam. Kemudian, tanaman tersebut dipanen saat sudah berumur 7-9 bulan. Jika panen dilakukan dengan tidak mencabut sampai ke akar, tanaman masih bisa dipanen kembali sekitar 3-4 bulan selanjutnya. Panen tanaman nilam sebaiknya dilakukan saat pagi atau sore hari. Jika kita melakukan panen ketika siang, kandungan minyak yang ada di dalam tanaman tersebut akan berkurang. Setelah dipanen, hasil panen tersebut dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Penjemuran dilakukan sampai kering dengan dibolak-balik. Kalau daun sudah layu, angin-anginkan di atas rak bambu. Biasanya, lama pengeringan membutuhkan waktu antara 3-4 hari, tergantung cuaca saat proses penjemuran. Baru setelah kering, nilam siap untuk disuling.

## **2.5 Komposisi Minyak Nilam**

Minyak nilam merupakan komoditi ekspor, karenanya memiliki prospek yang cukup cerah dan selalu dibutuhkan secara berkesinambungan dalam industri-industri parfum, wewangian, kosmetik, sabun, farmasi, *flavouring agent*, dan lain-lain. Minyak nilam dalam industri digunakan sebagai fiksasi yang belum dapat digantikan oleh minyak lain sampai dengan saat ini. Minyak nilam terdiri dari komponen-komponen yang bertitik didih tinggi sehingga sangat baik dipakai sebagai zat pengikat dalam industri parfum dan dapat membentuk aroma yang harmonis. Zat pengikat adalah suatu persenyawaan yang mempunyai daya menguap lebih rendah atau titik uapnya lebih tinggi daripada zat pewangi sehingga kecepatan penguapan zat pewangi dapat dikurangi atau dihambat. Penambahan zat pengikat di dalam parfum dimaksudkan untuk mengikat aroma wangi dan mencegah penguapan zat pewangi yang terlalu cepat sehingga aroma wangi tidak cepat hilang atau lebih tahan lama (Ketaren, 1985).

Senyawa organik yang menyusun minyak nilam terdiri dari golongan hidrokarbon yang disebut golongan terpen dan golongan hidrokarbon beroksigen

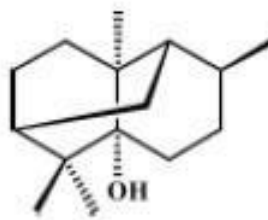
(*oxygenated hydrocarbon*). Beberapa senyawa yang terdapat dalam minyak nilam antara lain *patchouli alcohol* (*patchoulol*),  $\alpha$ -*guaiene*,  $\alpha$ -*patchoulene*, *seychellene*,  $\alpha$ -*bulnesene*, *norpatchoulol* dan *pogostol*. Dari beberapa senyawa tersebut, *patchouli alcohol* dan *norpatchoulol* merupakan senyawa utama yang memberikan aroma khas pada minyak nilam. Senyawa  $\alpha$ -*patchoulene* juga memberikan kontribusi aroma dalam minyak nilam (Donelian dkk, 2009). Kandungan beberapa senyawa utama penyusun minyak nilam adalah *patchouli alcohol* (32,60%),  $\delta$ -*guaiene* (23,07%),  $\alpha$ -*guaiene* (15,91%), *seychellene* (6,95%), *Pogostol* (16%) dan  $\alpha$ -*patchoulene* (5,47%) (Aisyah, 2010).

Sedangkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah menetapkan standar mutu untuk mutu minyak nilam dengan kode SNI 06-2385-2006 dan sesuai *Essential Oil Association* (EOA) *Standard No.23* sebagai berikut :

**Tabel 2.1** Standar Mutu Minyak Nilam Sesuai SNI dan EOA

Karakteristik	SNI	EOA
Warna	Kuning muda sampai cokelat kemerahan	Cokelat kehijauan sampai cokelat tua
Bobot jenis, 25°C/25°C	0,950 – 0,975	0,950 – 0,975
Putaran Optik	(-48°) – (-65 °)	(-48°) – (-65 °)
Indeks bias, 20°C	1,507 – 1,515	1,570 – 1,515
Kelarutan dalam etanol	Larutan jernih atau opalensi	Larutan Jernih

Patchouli alkohol ( $C_{15}H_{26}O$ ) merupakan senyawa utama penyusun minyak nilam yang termasuk golongan sesquiterpen. Patchouli alkohol meleleh pada suhu 55-58°C, mendidih pada suhu 287°C, tidak larut dalam air, larut dalam alkohol, eter, dan pelarut organik lainnya. Senyawa yang memiliki nama IUPAC (1R,4S,4aS,6R,8aS)-Octahydro-4,8a,9,9-tetramethyl-1,6-methanonaph-thalen-1(2H)-ol ini merupakan senyawa trisiklik tersier seskuiterpen alkohol (*tricyclic tertiary sesquiterpene alcohol*).



**Gambar 2.2** Struktur Patchouli Alkohol

Minyak atsiri umumnya terdiri dari berbagai campuran senyawa kimia yang terbentuk dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) serta beberapa senyawa kimia yang mengandung unsur nitrogen (N) dan belerang (S). Umumnya komponen kimia dalam minyak atsiri terdiri dari campuran hidrokarbon dan turunannya yang mengandung oksigen yang disebut dengan terpen atau terpenoid. Terpen merupakan persenyawaan hidrokarbon tidak jenuh dan satuan terkecil dalam molekulnya disebut isopren ( $C_5H_8$ ). Senyawa terpen mempunyai rangka karbon yang terdiri dari dua atau lebih satuan isopren. Klasifikasi dari terpen didasarkan atas jumlah satuan isopren yang terdapat dalam molekulnya yaitu : monoterpen, seskuiterpen, diterpen, triterpen, tetraterpen, dan politerpen yang masing-masing terdiri dari 2, 3, 4, 6, 8 dan n satuan isopren (Finar, 1959). Rantai molekul terpen dalam minyak atsiri merupakan rantai terbuka (terpen alifatis) dan rantai melingkar (terpen siklis).

## 2.6 Aspek Ekonomi Minyak Tanaman Nilam

Menurut Dr. H. Roni Kastaman, Ir., MT., seorang peneliti dari LPM Dinas Koperasi dan UKM Jawa Barat, menyatakan bahwa hampir sekitar 90 % pasokan minyak nilam dunia ( $\pm 1.500$  ton) adalah berasal dari Indonesia terutama dari daerah Propinsi Aceh. Namun dengan memburuknya situasi keamanan di Propinsi Aceh pada akhir-akhir ini, pasokan minyak nilam Indonesia juga ikut berkurang. Sehingga situasi ini membuka peluang bagi daerah-daerah lain di Indonesia untuk mengembangkan usaha komoditas ini. Minyak nilam mempunyai prospek usaha yang cerah mengingat komoditas ini di Amerika dan Eropa bisa mencapai harga USD (\$) 50 per kilogramnya, yang terutama dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pembuatan minyak wangi (sebagai pengikat bau atau *fixative* parfum) dan kosmetik. Namun minyak nilam juga



bisa dimanfaatkan untuk bahan anti-septik, anti-jamur, anti-jerawat, obat eksim dan kulit pecah-pecah, serta berbagai jenis kegunaan lainnya sesuai kebiasaan masyarakat di negara pemakai.

Sebagai tanaman penghasil minyak atsiri yang bernilai ekonomi tinggi, nilam bisa menjadi alternatif untuk meningkatkan ekspor nonmigas. Terbukti minyak nilam telah tercatat sebagai penyumbang terbesar devisa negara ketimbang minyak atsiri lainnya. Volume ekspor minyak nilam mencapai 800 - 1.500 ton/tahun, dengan nilai devisa AS \$ 18 - 53 juta. Sementara data terbaru menyebutkan, nilai devisa dari ekspor minyak nilam sebesar AS \$ 33 juta, 50% dari total devisa ekspor minyak atsiri Indonesia. Secara keseluruhan Indonesia memasok lebih dari 90% kebutuhan minyak nilam dunia (Nuryani Y., 2001). Harga minyak nilam Rp. 1.061.000,- per-liter.

## **2.7 Distilasi Minyak Tanaman Nilam**

Distilasi adalah pemisahan komponen-komponen suatu campuran yang terdiri dari dua jenis cairan atau lebih berdasarkan perbedaan tekanan uap dari masing-masing zat tersebut (Stephen Miall, 1940). Destilasi merupakan perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut didinginkan kembali menjadi cairan. Fasa uap terbentuk dari fasa cair melalui penguapan (evaporasi) pada titik didihnya (Geankoplis, 1983). Perbedaan sifat campuran suatu fase dengan campuran dua fase dapat dibedakan secara jelas jika suatu cairan menguap, terutama dalam keadaan mendidih. Sebagai contoh adalah cairan murni di dalam tempat yang tertutup.

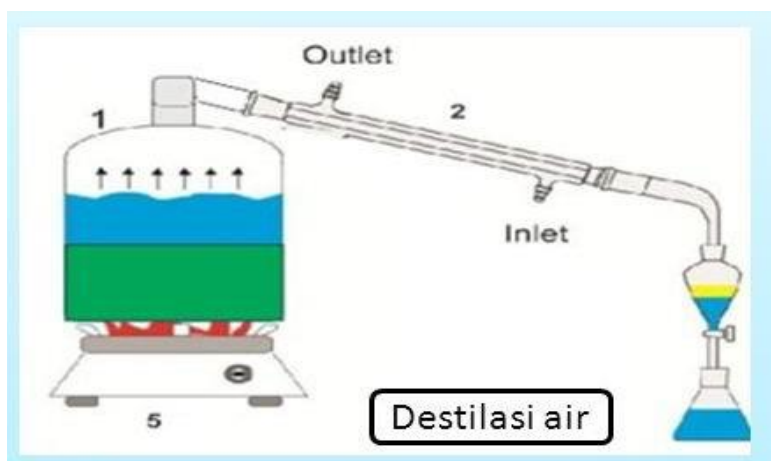
Pada suhu tertentu molekul cairan-cairan tersebut memiliki energi tertentu dan bergerak bebas secara tetap dan dengan kecepatan tertentu. Tetapi setiap molekul dalam cairan hanya bergerak pada jarak pendek sebelum dipengaruhi oleh molekul-molekul lain, sehingga arah gerakannya diubah. Namun setiap molekul pada lapisan permukaan yang bergerak ke arah atas akan meninggalkan permukaan cairan dan menjadi molekul uap. Molekul-molekul uap tersebut akan tetap berada dalam gerakan yang konstan dan kecepatan molekul-molekul tersebut dipengaruhi oleh suhu pada saat itu (Guenther, 1987).

Menurut Ketaren (1985), ada tiga cara penyulingan daun nilam yaitu :

- a. Distilasi air (*water distillation/hydrodistillation*).
- b. Distilasi air dan uap (*water and steam distillation*).
- c. Distilasi uap (*direct steam distillation*).

#### 2.4.1 Penyulingan Dengan Air

Pada metode ini, bahan yang akan disuling dikontakkan langsung dengan air mendidih. Bahan tersebut mengapung di atas air atau terendam secara sempurna tergantung dari bobot jenis dan jumlah bahan yang disuling. Air dipanaskan dengan metode pemanasan yang biasa dilakukan, yaitu dengan panas langsung (Guenther, 1987).

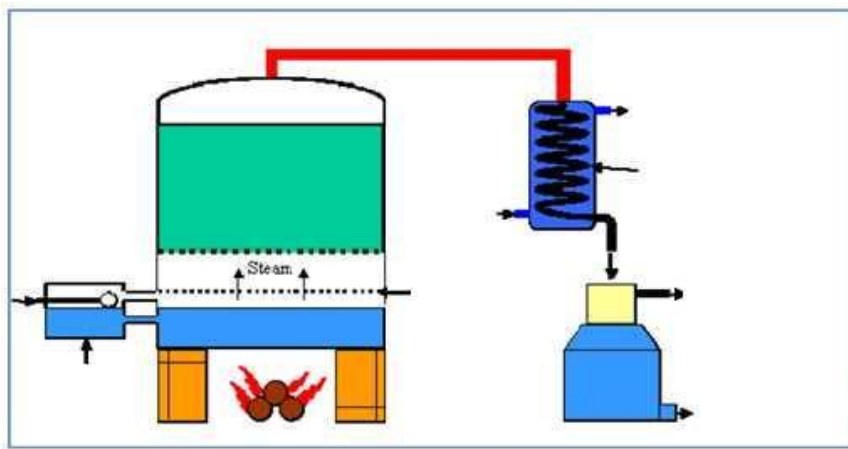


**Gambar 2.3** Skema Peralatan Penyulingan Air

Prinsip kerja penyulingan dengan air adalah sebagai berikut: Ketel penyulingan diisi air sampai volumenya hampir separuh, lalu dipanaskan. Sebelum air mendidih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Dengan demikian penguapan air dan minyak atsiri berlangsung bersamaan. Cara penyulingan seperti ini disebut: penyulingan langsung (*direct distillation*). Bahan baku yang digunakan biasanya dari bunga atau daun yang mudah bergerak di dalam air dan tidak mudah rusak oleh panas uap air. Penyulingan secara sederhana ini sangat mudah dilakukan, dan tidak perlu modal banyak. Namun kadar minyaknya sedikit.

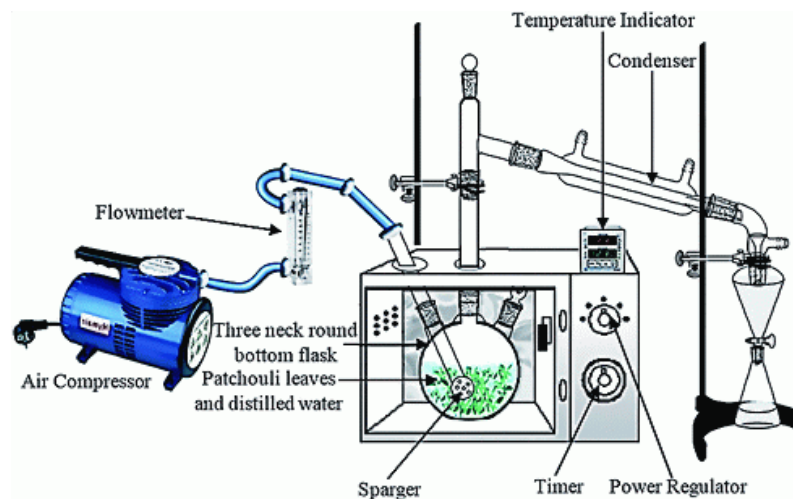
### 2.4.2 Penyulingan Dengan Uap

Penyulingan uap atau penyulingan uap langsung dan prinsipnya sama dengan yang telah dibicarakan di atas, kecuali air tidak diisikan dalam ketel. Uap yang digunakan adalah uap jenuh atau uap kelewat panas pada tekanan lebih dari 1 atm. Uap dialirkan melalui pipa yang terletak di bawah bahan, dan uap bergerak ke atas melalui bahan yang terletak di atas saringan (Guenther, 1987). Kualitas produk minyak atsiri yang dihasilkan jauh lebih sempurna dibandingkan dengan kedua cara lainnya, sehingga harga jualnya pun jauh lebih tinggi.



**Gambar 2.4** Skema Peralatan Penyulingan Uap

### 2.4.3 Penyulingan dengan Microwave



**Gambar 2.5** Skema Peralatan Microwave Distillation

Proses ini pada dasarnya merupakan kombinasi antara pemanfaatan radiasi gelombang mikro dengan sistem distilasi. Gelombang mikro merupakan hasil radiasi yang dapat ditransmisikan, dipantulkan atau diserap tergantung dari bahan yang berinteraksi dengannya. Gelombang mikro dihasilkan oleh magnetron, gelombang tersebut ditransmisikan ke dalam *waveguide* (sebuah komponen yang didesain untuk mengarahkan gelombang), lalu gelombang tersebut dipantulkan ke dinding dari ruangan di dalam oven, dan kemudian gelombang tersebut diserap oleh bahan tanaman. Bahan baku dimasukkan di dalam labu sebagai reaktor yang terbuat dari gelas (agar dapat ditembus oleh radiasi *microwave*) akan menyerap radiasi *microwave* tersebut hingga mencapai kelenjar grandular dan sistem vascular bahan tanaman di dalam dinding sel. Peristiwa ini menimbulkan panas sehingga dinding sel akan pecah dan minyak atsiri di dalamnya dapat bebas keluar. Minyak atsiri dan air menguap bersamaan berdasarkan prinsip distilasi campuran tak saling larut lalu dikondensasikan.

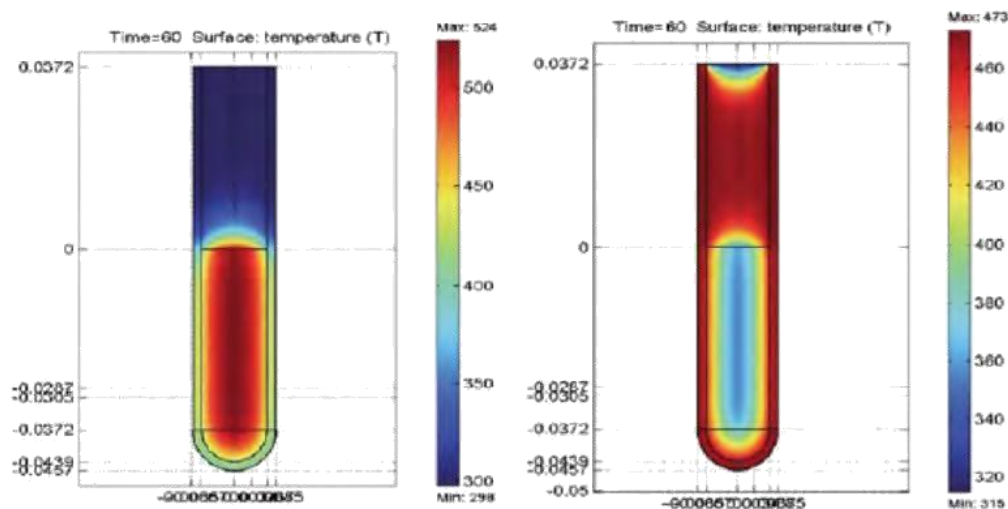
#### 1. Keuntungan Penggunaan Microwave

Gelombang mikro atau *microwave* adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (*Super High Frequency, SHF*), yaitu antara 300 MHz – 300 GHz. *Microwave* memiliki rentang panjang gelombang dari 1 cm sampai 1 m.

Sumber tenaga bagi *microwave* adalah magnetron. Pada frekuensi 2,45Ghz, magnetron bisa menghasilkan daya antara 500-2000 W, bahkan dapat mencapai tingkat maksimum 6-10 kW. *Microwave* dilengkapi dengan radiasi elektromagnetik dalam tungku oven tersebut oleh tabung *microwave* yang disebut magnetron. Dengan demikian energi listrik dikonversikan menjadi radiasi pada microwave oven kadang menjadi bagian dari energi internal pada makanan tanpa melibatkan konduksi panas dan konveksi panas. Pada proses masak konvensional, ketahanan konduksi panas dan konveksi panas dapat memperlambat proses perpindahan panas yang berimbas pada proses pemanasan (Cengel, 2003) dan elektrik menyebabkan partikel-partikel mencoba untuk berorientasi atau mensejajarkan dengan medan tersebut.

## 2. Pemanasan Volumetrik

Salah satu sifat pemanasan *microwave* yang membedakan dengan pemanasan konvensional adalah pemanasan volumetrik di mana pemanasan langsung terjadi pada keseluruhan volume sampel sehingga pemanasan yang terjadi bisa seragam dan berlangsung cepat karena terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi (Golmakani et.al., 2007). Perpindahan panas secara konvensional terjadi karena adanya gradien suhu pada sampel seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Profil suhu pemanasan dengan *microwave* (a) dan profil pemanasan konvensional (b)

## 3. Pemanasan Selektif

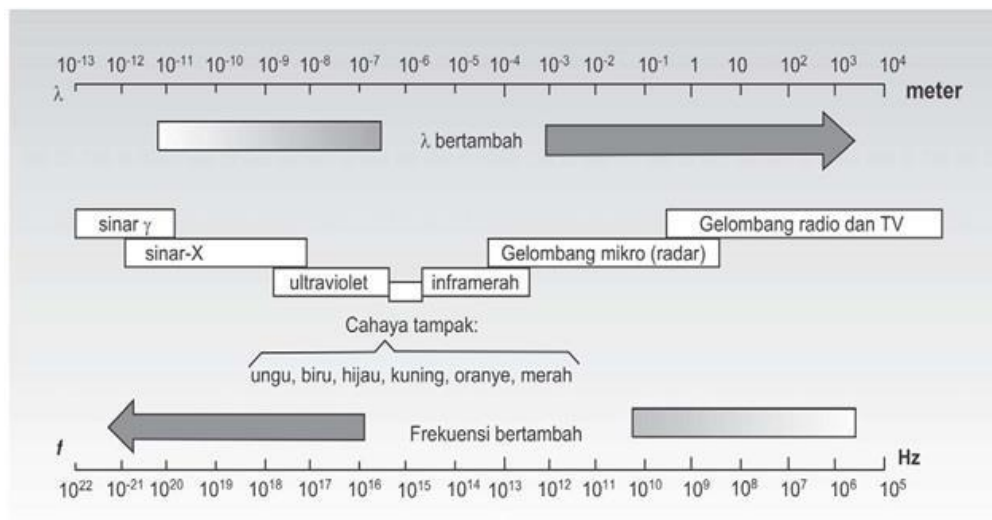
Pemanasan selektif berkaitan dengan respon material terhadap gelombang mikro. Untuk mendapatkan pemanasan yang efektif dan efisien maka pelarut, katalis, maupun reaktan dipilih yang mempunyai sifat menyerap gelombang mikro. Sedangkan untuk reaktor dipilih yang transparan (tidak menyerap) radiasi gelombang mikro.

## 2.5 Gelombang Mikro

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang antara 1.0 cm – 1.0 m dan frekuensi antara 0.3-30 GHz (Taylor, 2005). Meskipun pada oven microwave terdapat lubang-lubang berdiameter kecil di sisinya, gelombang mikro tersebut tidak akan mampu melewatinya selama diameter lubang tersebut masih jauh di bawah panjang gelombangnya. Oleh sebab itu kemungkinan lolosnya energi ke lingkungan menjadi sangat kecil. Gelombang mikro dihasilkan dari dua medan perpendicullar yang berosilasi misalnya medan listrik dan medan magnet (Kurniasari dkk, 2013).

Pada dasarnya microwave terbagi menjadi empat komponen dasar, yakni:

1. Generator microwave: magnetron, komponen yang menghasilkan energi gelombang mikro
2. Pengarah gelombang (wave guide), komponen ini akan mempropagasi gelombang mikro dari sumbernya ke cavity microwave
3. Aplikator, merupakan ruangan bagi umpan
4. Sirkulator, komponen ini akan menyebabkan gelombang mikro akan bergerak hanya ke arah depan



**Gambar 2.7** Spektrum Gelombang

Prinsip pemanasan menggunakan gelombang mikro adalah berdasarkan tumbukan langsung dengan material polar atau *solvent* dan diatur oleh dua fenomena yaitu konduksi ionik dan rotasi dipol. Dalam sebagian besar kasus, kedua fenomena tersebut berjalan secara simultan. Konduksi ionik mengacu pada migrasi elektrophoretik ion dalam pengaruh perubahan medan listrik. Resistansi yang ditimbulkan oleh larutan terhadap proses migrasi ion menghasilkan friksi yang akan memanaskan larutan. Rotasi dipol merupakan pengaturan Kembali dipol-dipol molekul akibat medan listrik yang terus berubah dengan cepat. Proses pemanasan hanya akan terpengaruh pada frekuensi 2450 MHz. Komponen elektrik gelombang berubah 4-9 104 kali per detik (Kurniasari dkk, 2013). Salah satu sumber yang dapat menghasilkan panas dalam waktu cepat dan memiliki fungsi kontrol suhu yang sangat baik adalah penggunaan gelombang mikro (*microwave*). Penggunaan gelombang mikro sebagai sumber energi alternatif ini merupakan terobosan baru yang dapat membuat waktu destilasi menjadi jauh lebih cepat. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut.

Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik (*dielectric heating*). Molekul-molekul pada makanan bersifat elektrik dipol (*electric dipoles*), artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai agen pemanasan di dalam *microwave* (Kurniasari dkk, 2013).

Dari penjelasan di atas, pemanasan menggunakan *microwave* melibatkan tiga kali konversi energi, yaitu konversi energi listrik menjadi energi elektromagnetik, konversi energi elektromagnetik menjadi energi kinetik, dan konversi energi kinetik menjadi energi panas. Proses pemanasan menggunakan *microwave* berlangsung mulai dari luar permukaan bahan. Selanjutnya pemanasan akan berlangsung secara konduksi sehingga bagian dalam bahanpun akan turut terpanaskan (Kurniasari dkk, 2013).

Menurut Ramanadhan (2005), Gelombang elektromagnetik merupakan energi listrik dan magnet yang bergerak bolak-balik (*oscillate*) dan menghasilkan gelombang yang harmonis. Capson (1975), menyatakan bahwa frekuensi gelombang mikro mempunyai kesamaan dengan gelombang pada radar dan telekomunikasi, maka pada tahun 1859 di Genewa, *Federal Communications and International Radio Regulation* menyetujui empat frekuensi gelombang mikro untuk digunakan dalam industri, sains, kedokteran dan aplikasi lainnya, yaitu  $915\pm 25$ ,  $2450\pm 13$ ,  $5800\pm 75$ , dan  $1250\pm 125$  MHz. Diantara frekuensi-frekuensi tersebut yang paling banyak digunakan untuk tungku gelombang mikro (*microwave oven*) 2.45 GHz yaitu pada panjang gelombang 12.25 cm. Sumber tenaga bagi *microwave oven* adalah magnetron. Pada frekuensi 2.45 GHz, magnetron bisa menghasilkan daya antara 500-2000 W, bahkan dapat mencapai tingkat maksimum 6-10 kW. Microwave oven dilengkapi dengan radiasi elektromagnetik dalam tungku oven tersebut yang dihasilkan oleh tabung microwave yang disebut magnetron.

Gelombang mikro yang berada pada jangkauan 102-105 $\mu$ m sangat cocok digunakan untuk memasak, selama gelombang mikro tersebut dipantulkan oleh logam, diteruskan oleh kaca atau plastik, dan diserap oleh molekul makanan (terutama air). Dengan demikian energi listrik dikonversikan menjadi radiasi pada microwave oven kadang menjadi bagian dari energi internal pada makanan tanpa melibatkan konduksi panas dan konveksi panas. Pada proses masak konvensional, ketahanan konduksi panas dan konveksi panas dapat memperlambat proses perpindahan panas yang berimbas pada proses pemanasan (Cengel, 2003) dan elektrik menyebabkan partikel-partikel mencoba untuk berorientasi atau mensejajarkan dengan medan tersebut.

Pergerakan partikel-partikel tersebut dibatasi oleh gaya pembatas (interaksi partikel dan ketahanan dielektrik). Hal ini menyebabkan gerakan partikel tertahan dan membangkitkan gerakan acak sehingga menghasilkan panas. Radiasi gelombang mikro berbeda dengan metode pemanasan konvensional. Radiasi gelombang mikro memberikan pemanasan yang merata pada campuran reaksi. Pada pemanasan konvensional dinding *oil bath* atau *heating mantle* dipanaskan terlebih dahulu,



kemudian pelarutnya. Akibat distribusi panas seperti ini selalu terjadi perbedaan suhu antara dinding dan pelarut (Taylor, 2005).

Poin kunci yang menjadikan energi gelombang mikro menjadi alternative yang menarik guna menggantikan proses pemanasan konvensional adalah bahwa pada proses pemanasan konvensional, proses pemanasan terjadi melalui gradien panas, sedangkan pada pemanasan menggunakan gelombang mikro (*microwave*), pemanasan terjadi melalui interaksi langsung antara material dengan gelombang mikro. Hal tersebut mengakibatkan transfer energi berlangsung lebih cepat, dan berpotensi meningkatkan kualitas produk (Kurniasari dkk, 2013)

## **2.6 Parameter Kualitas Minyak Atsiri**

Beberapa parameter yang biasanya dijadikan standar untuk mengenali kualitas minyak atsiri yaitu:

### **1. Kelarutan Dalam Alkohol**

Sesuai dengan pernyataan Guenther bahwa kelarutan minyak dalam alcohol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung dalam minyak. Pada umumnya minyak atsiri yang mengandung persenyawaan terpen teroksigenasi lebih mudah larut daripada yang mengandung terpen tak teroksigenasi. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kelarutan minyak atsiri pada alcohol (biasanya alcohol 90%) maka kualitas minyak atsirinya semakin baik (Sastrohamidjojo, 2004).

### **2. Indeks Bias**

Indeks bias merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya di dalam zat tersebut pada suhu tertentu. Indeks bias minyak atsiri berhubungan erat dengan komponen-komponen yang tersusun dalam minyak atsiri yang dihasilkan. Sama halnya dengan berat jenis dimana komponen penyusun minyak atsiri dapat mempengaruhi nilai indeks biasnya. Semakin banyak komponen berantai panjang seperti sesquiterpen atau komponen bergugus oksigen ikut tersuling, maka kerapatan medium minyak atsiri akan bertambah sehingga cahaya yang datang akan lebih sukar untuk dibiaskan. Hal ini menyebabkan indeks bias minyak lebih besar. Menurut Guenther, nilai indeks bias juga dipengaruhi salah satunya dengan

adanya air dalam kandungan minyak tersebut. Semakin banyak kandungan airnya, maka semakin kecil nilai indeks biasnya. Ini karena sifat dari air yang mudah untuk membiaskan cahaya yang datang. sehingga minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang besar lebih bagus dibandingkan dengan minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang kecil (Sastrohamidjojo, 2004). Persamaan untuk menghitung indeks bias yaitu:

$$\text{Indeks bias} = n_{t1} + 0.0004 (t_1 - t)$$

(Sumber: SNI 06-2385-2006)

Keterangan:

- $n_{t1}$  = Nilai yang didapat dari refraktometer
- $t_1$  = Suhu yang tercatat pada refraktometer
- $t$  = Suhu refrensi

## 2.6 Pengaruh Temperatur Pemanasan

Menurut Hamitton (2000), pemanasan dalam pengolahan minyak perlu dilakukan karena proses pemanasan akan sangat menentukan kualitas dan kuantitas minyak yang akan diperoleh. Semakin tinggi temperature pemanasan maka semakin banyak minyak yang akan diperoleh. Adapun tujuan dari pemanasan itu sendiri adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan minyak keluar dari sel yang ada didalam biji
2. Mematikan aktifitas enzim-enzim dan mikroorganisme tertentu
3. Menaikkan nilai keenceran minyak
4. Salah satu cara sterilisasi pendahuluan

## 2.7 Energi, Daya dan Intensitas Konsumsi Energi

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang berasal dari sumber arus yang biasanya dinyatakan dalam Watt hour. Energi yang digunakan oleh peralatan listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selamat peralatan tersebut digunakan. Secara sistematis dapat ditulis dengan rumus:

$$Power \times Time = Energy$$

Keterangan :

*Power* = daya peralatan listrik (Watt)

*Time* = waktu selama peralatan digunakan (hour)

*Energy* = energi listrik yang dikonsumsi peralatan listrik

(Source: *calculation of Electrical Energy, UFBA pg.2*)

Daya merupakan energi yang diperlukan untuk melakukan usaha/kerja. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt. Secara matematis, besarnya daya listrik dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P = V I$$

Keterangan:

P = daya listrik (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = arus listrik (Ampere)

Intensitas konsumsi energi merupakan parameter utama yang harus dicari dan ditentukan, baik pada system proses produksi maupun pada peralatan utilitas (*boiler, chiller, compressor, pump*). Dengan besaran/nilai IKE tersebut dapat dikembangkan menjadi formulasi dan simulasi analisis peluang penghematan energi

$$IKE = \frac{Total\ energi\ yang\ dikonsumsi}{Total\ massa\ bahan\ yang\ dihasilkan}$$

(Kementrian Perindustrian, 2011)